

Лабораторне завдання № 1

ДОСЛІДЖЕННЯ ВХІДНИХ ПРИСТРОЇВ

Мета завдання: Оволодіти методикою досліджень та вимірювання основних характеристик вхідних пристроїв, радіоприймачів декаметрового діапазону хвиль. Визначити вхідний пристрій, якій відповідає заданим вимогам.

Навчальний час: 4 години.

Зміст заняття

- | | |
|--|---------|
| 1. Вступна частина | - 5хв. |
| 2. Перевірка виконання завдання до самостійних занять | - 10хв. |
| 3. Проведення колоквиуму | - 20хв. |
| 4. Дослідження залежності коефіцієнта передачі вхідних пристроїв від частоти настройки та виду зв'язку з антеною | - 60хв. |
| 5. Вимірювання резонансної частоти антенного ланцюга вхідного пристрою з трансформаторним зв'язком з антеною | - 20хв. |
| 6. Дослідження впливу параметрів антенного ланцюга та частоти настройки на характеристику вибірковості вхідного пристрою | -60хв. |
| 7. Заключна частина | - 5 хв. |

I. ЗАВДАННЯ ДО САМОСТІЙНИХ ЗАНЯТЬ

1. Повторити теоретичний матеріал до теми лабораторного заняття [1], 3.4; [2], 2.7.
2. Ознайомитися з лабораторною установкою, завданням по роботі у лабораторії та порядком його виконання.
3. Вивчати інструкції по експлуатації вимірювальних приладів, які використовуються на занятті.
4. Ознайомитися з принциповою схемою макета вхідного пристрою, вписати вхідні дані до розрахунків у журнал звітів /мал. 1/.
5. Виміряти еквівалентні добротності контурів вхідних пристроїв.
6. Розрахувати характеристики вхідних пристроїв згідно з завданням у журналі звітів.
7. За підсумками розрахунків накреслити графіки $K_{bn} = \varphi(f)$ та $D = \varphi(f)$.

II. ОПИС ЛАБОРАТОРНОЇ УСТАНОВКИ

Структурна схема лабораторної установки приведена на мал. 1 звіту до лабораторного заняття.

Склад лабораторної установки

1. Генератор стандартних сигналів Г4-158.
2. Макет тракту радіочастоти /ТРЧ/.
3. Мілівольтметр ВЗ-41.

Макет тракту радіочастоти /див. мал..2/ має у своєму складі два еквіваленти антени /R1 і R2, C1/, суматор сигналів двох генераторів / R3, R4, R5/, атенюатор /дБ/ та одно контурний вхідний пристрій /L3, C4, C5, C6/ з елементами зв'язку з антеною /C1, C2, C3, L1, L2/.

Вхідний пристрій перестроюється у діапазоні частот $f_{0 \min} \dots f_{0 \max} = 1,5 \dots 3,0$ МГц з допомогою конденсатора C5. У позиціях перемикача S3 "C1" і "C2" реалізується ємнісний зв'язок з антеною за допомогою конденсаторів зв'язку C1 і C2 / відповідно слабкий та сильний зв'язок/.

У позиціях "L1" і "L2" – трансформаторний зв'язок у режимах вкорочення та подовження антенного ланцюга з допомогою котушок індуктивності L1 і L2.

У позиції "LC" реалізується комбінований зв'язок з антеною елементами зв'язку C3 і L2.

Перемикач S1 дозволяє змінювати характер опору еквівалента антени з активного /ЕА1/ на комплексний /ЕА2/.

Напруга сигналу від ГСС подається до гнізда Г1. Напруга сигналу з контура вхідного пристрою через розв'язуючий пристрій подається до гнізда Вих. ВП. До цього гнізда підключається мілівольтметр ВЗ-41.

III. РОЗРАХУНОК ХАРАКТЕРИСТИК ВХІДНОГО ПРИСТРОЮ

Початкові дані для розрахунків подані у "Журналі звітів" до лабораторних занять.

1. Розрахунок залежності коефіцієнта передачі ВП від частоти

Розрахунок провести на частотах 1,5; 2,25; та 3,0 МГц.

ВП з ємнісним зв'язком

$$K_{0 \text{ вх}} = \omega^2 p_2 C_{AL} L_K Q_e, \quad (1)$$

$$\text{де } C_{AL} = \frac{C_0 C_A}{C_0 + C_A}.$$

Розрахунок $K_{0 \text{ вх}}$ виконати за допомогою мікрокалькулятора. Для програмування виразу (1) трансформованого відносно змінних величин до виду (2):

$$K_{0ex} = f_0^2 \frac{C_0}{C_0 + C_A} Q_e L, \quad (2)$$

де $L = (2\pi)p_2 C_A L_k$.

Початкові дані для розрахунку треба занести у табл. 1.

Для приклада у табл. 2 подана програма розрахунку для МК-61.

Примітка. Значення Q_e попередньо виміряти на макеті на частоті 2,25 МГц.

Підсумки розрахунків занести до табл. 5 журналу звітів.

ВП з трансформаторним зв'язком

Провести розрахунки резонансних частот антенного ланцюга у режимах подовження та вкорочення згідно з наступними формулами:

$$f_{0AL(подовж)} = \frac{1}{2\tau\sqrt{C1L2}} \quad (3)$$

$$f_{0AL(вкор)} = \frac{1}{2\pi\sqrt{C1L1}} \quad (4)$$

Провести розрахунки коефіцієнтів подовження та вкорочення антенного ланцюга згідно з наступними формулами:

$$K_{подовж} = \frac{f_{0\min}}{f_{0AL(подовж)}} \quad (5)$$

$$K_{вкор} = \frac{f_{0AL(вкор)}}{f_{0\max}} \quad (6)$$

Підсумки розрахунків занести до табл. 8. Розрахунки коефіцієнтів передачі ВП виконати згідно з формулами (7), (8) використовуючи програму розрахунків /див. табл. 3 і табл. 4 журналу звітів/

$$K_{0en} = \frac{K_{зв} \sqrt{\frac{L_k}{L_0}} p Q_e}{\left| 1 - \left(\frac{f_{0AL}}{f_0} \right)^2 \right|} \quad (7)$$

$$K_{0en} = \frac{\gamma Q_e}{\left| 1 - \left(\frac{f_{0AL}}{f_0} \right)^2 \right| \sqrt{L_0}} \quad (8)$$

де $\gamma = K_{зв} \sqrt{L_k} p_2$.

Примітка. Значення Q_e попередньо виміряти на макеті на частоті 2,25 МГц.

Підсумки розрахунків занести до табл. 5 Журналу звітів. Згідно з даними табл. 5 накреслити графіки $K_{0bn} = \varphi(f)$.

2. Розрахунок характеристик вибіркості ВП при відключеному еквіваленті антени

Розрахунки провести згідно з формулами, що подані у табл. 6 Журналу звітів. Накреслити характеристику $D=\Psi(f)$, припускаючи, що гілки характеристик симетричні відносно частоти настройки ВП.

IV ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ ПО РОБОТІ У ЛАБОРАТОРІЇ

1. Дослідження залежності коефіцієнта передачі ВП від частоти настройки та виду зв'язку з антеною.

Скласти схему лабораторної установки згідно з мал.1. Увімкнути живлення макета, підключити еквівалент антени ЕА2 і встановити вид зв'язку СІ.

Подати від ГСС не модульований сигнал з частотою 1,5 МГц і рівнем $E_{A0} = 50$ мВ.

Настроїти контур вхідного пристрою на частоту сигналу і виміряти напругу на контурі. Результат виміру занести до табл. 7.

Провести аналогічні вимірювання на частотах, які вказані у табл. 7 при всіх видах зв'язку вхідного пристрою з антеною.

За результатами вимірювань розрахувати коефіцієнт передачі ВП та його нерівномірність згідно з формулами:

$$K_{0bn} = \frac{U_{вих}}{E_{A0}}; H = \frac{K_{0bn \max}}{K_{0bn \min}}.$$

Накреслити графіки $K_{0bn} = \varphi(f_0)$.

2. Вимірювання резонансної частоти антенного ланцюга ВП з трансформаторним зв'язком з антеною.

Резонансна частота антенного ланцюга вимірюється у режимах вкорочення та подовження з максимумом напруги на контурі ВП. Для того, щоб усунути вплив контура ВП на резонанс антенного ланцюга, необхідно його максимально розстроїти відносно частоти очікуемого резонансу.

Подати від ГСС сигнал з рівнем 50 мВ і змінюючи його частоту, визначити резонансну частоту антенного ланцюга. Розрахувати коефіцієнти вкорочення та подовження згідно з формулами.

$$K_{\text{подовжс}} = \frac{f_{0 \min \text{ вн}}}{f_{0 \text{ АЛ}}}, K_{\text{вкор}} = \frac{f_{0 \text{ АЛ}}}{f_{0 \max \text{ вн}}}.$$

Підсумки вимірювань та розрахунків занести до табл. 8.

3. Дослідження впливу параметрів антенного ланцюга та частоти настрайки на характеристики вибіркості і розстройку вхідного пристрою

Аналізуючи результати вимірювань /див.табл./, вибрати тип вхідного пристрою, який буде досліджуватися надалі. Нерівномірність коефіцієнту передачі такого пристрою повинна бути не більше як $N \leq 2$ рази /6 дБ/. Увімкнути вибраний вхідний пристрій, встановивши відповідний вид зв'язку з антеною. Увімкнути еквівалент ЕА1.

Від ГСС подати сигнал з рівнем 100 мВ і частотою $f_{01}=1600$ кГц.

Настроїти вхідний пристрій у резонанс на встановлену частоту ГСС. Увімкнути еквівалент антени ЕА2. Змінюючи частоту ГСС, знайти нове значення резонансної частоти ВП. f_{01} . Визначити величину растройки контура вхідного пристрою. Результати вимірювань і обчислень занести до табл. 9.

Провести вимірювання характеристики вибіркості ВП при рівнях послаблення, які показані у табл. 9. Обчислити еквівалентну добротність контура ВП Q_e . Провести аналогічні дії на частотах 2250 кГц та 2900 кГц. Згідно з результатами вимірювань накреслити графіки характеристик вибіркості вхідного пристрою.

V. ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Початкові дані і програми розрахунків /табл. 1,2,3,4/, підсумки розрахунків коефіцієнтів передачі ВП з різними видами зв'язку, резонансних частот антенного ланцюга у режимах подовження та вкорочення, характеристик вибіркості ВП /табл. 5,6,8/.
2. Результати вимірювань /табл. 7,3,9/.
3. Обчислені і експериментальні графіки функцій $K_{0\text{nb}} = \varphi(f)$, $D = \Psi(f)$.
4. Аналіз здобутих результатів і висновки по роботі.

У висновках викласти:

По п.1:

- 1) Відповідність експериментальних результатів обчисленим /теоритичним/;
- 2) Фізичне тлумачення залежностей $K_{0\text{nb}} = \varphi(f_0)$ при різних видах зв'язку ;

По п.11:

- 1) Фізичну сутність і рекомендації по використанню режимів подовження та вкорочення антенного ланцюга вхідних пристроїв;
- 2) відповідність експериментальних результатів обчисленим;

По п.ІІІ:

- 1) причини, які викликають розстройку та розширення смуги пропускання ВП;
- 2) кількісну оцінку одержаних результатів.

VI. КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Призначення та класифікація вхідних пристроїв.
2. Принципові схеми одноконтурних вхідних пристроїв з різними видами зв'язку з антеною та ПРЧ.
3. Накреслити графіки $K_{0\text{ nb}}=\varphi(f_0)$ з ємнісним зв'язком з антеною та пояснити характер цієї залежності.
4. Накреслити графіки $K_{0\text{ nb}}=\varphi(f_0)$ з трансформованим зв'язком з антеною та пояснити характер цих залежностей у режимах подовження та вкорочення.
5. Викласти міркування по вибору величини зв'язку контура вхідного пристрою з антеною та його вплив на параметри ВП.

Лабораторне заняття № 2

ДОСЛІДЖЕННЯ ЧУТЛИВОСТІ ТА ПАРАМЕТРІВ ОДНОСИГНАЛЬНОЇ ВИБІРКОВОСТІ РАДІОПРИЙМАЧА

Мета заняття: Оволодіти методикою вимірювання чутливості та вибірконості радіоприймача за побічних каналах прийому.

Навчальний час: 4 години.

ЗМІСТ ЗАНЯТТЯ:

- | | |
|--|---------|
| 1. Вступна частина | - 5хв. |
| 2. Перевірка виконання завдання до самостійних занять | - 15хв. |
| 3. Проведення колоквиуму | - 25хв. |
| 4. Вимірювання реальної чутливості радіоприймача | - 35хв. |
| 5. Вимірювання вибірконості радіоприймача по дзеркальному каналу прийому | -50хв. |
| 6. Вимірювання вибірконості радіоприймача по каналу прийому на проміжній частоті | -40хв. |
| 7. Заключна частина | -5хв. |

I. ЗАВДАННЯ ДО САМОСТІЙНИХ ЗАНЯТЬ

1. Повторити теоретичний матеріал до теми лабораторного заняття [1], 3.3; 4.2; [2], 3.1- 3.4.
2. Ознайомитися з лабораторною установкою, завданням по роботі у лабораторії та порядком його виконання.
3. Вивчити інструкції по експлуатації вимірювальних приладів, які використовуються на занятті.

II. ОПИС ЛАБОРАТОРНОЇ УСТАНОВКИ

Структурна схема лабораторної установки приведена на мал. 1 звіту до лабораторного заняття /див. додаток/.

Склад лабораторної установки

1. Генератор стандартних сигналів Г4-158.
2. Атенюатор 20дБ.
3. Еквівалент антен ЕКВ.ЧН.
4. Радіоприймач Р-155 П.
5. Вимірювач виходу БЗ-10А.
6. Телефони ТА-56А.

В лабораторній роботі досліджуються параметри вибірконості за побічними каналами прийому радіоприймача Р-155П у діапазоні робочих

частот. Сигнал від генератора Г4-158 подається до антенного входу приймача через атенюатор і еквівалент антени, які з'єднуються з допомогою коаксіального кабелю.

Сигнал на виході радіоприймача /ТЕЛ.100 Ом/ вимірюється приладом ВЗ-10А і контролюється з допомогою телефонів ТА-56 Ом.

Радіоприймач Р-155П є супергетеродина з подвійним перетворенням частоти. Структурна схема тракту прийому приймача зображена на мал. 2 звіту.

Основні параметри радіоприймача Р-155П

1. Діапазон робочих частот 1,5 – 29,9999 МГц.
2. Чутливість в режимі прийому сигналів АЗЕ: $E_{Ac} \leq 12$ мкВ.
3. Послаблення завад по дзеркальному каналу прийому першого перетворення $D_{ДК1} \geq 60$ дБ /1000 разів/.
4. Послаблення завад по каналу прийому на першій проміжній частоті $D_{ПЧ1} \geq 80$ дБ /10000 разів/.
5. Номінал першої проміжної частоти $f_{01} = 1,222$ МГц /перетворення “вниз”/.
6. Налаштування першого гетеродина – “верхня”
 $F_{ПЧ1} = f_{Г1} - f_C$

III. ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ ПО РОБОТІ У ЛАБОРАТОРІЇ

1. Підготовка лабораторної установки

- 1) Скласти лабораторну установку згідно зі схемою мал. 1.
- 2) Підготувати до роботи вимірювальні прилади:
 - Установити межу вимірювань приладу ВЗ – 10А 3В;
 - Увімкнути живлення генератора Г4-158;
 - Встановити рівень вихідної напруги генератора – 60дБ;
 - Встановити режим роботи генератора ВНУТР.АМ і глибину модуляції 30%;
 - Встановити частоту коливань генератора згідно з вказівками викладача.

- 3) Підготувати радіоприймач Р-155П /У/ до роботи, для чого встановити його органи управління у наступні положення:

На стійці приймача :

- тумблер СЕТЬ – у верхнє положення ;

на блоці 3 – Ом:

- перемикач КОНТРОЛЬ – у позицію СЕТЬ. Стрілка контрольного приладу встановлюється у правий зафарбований сектор;

- тумблер ПОДГОТОВКА ВКЛЮЧЕННЯ – у верхнє положення. Засвічується сигнальна лампочка;

на блоці 2-1м:

- тумблер ВКЛ.ПР-КА – у верхнє положення. Засвічується сигнальна лампочка;
- перемикач СЛУХОВОЙ ПРИЙОМ – у позицію ТЛФ-ДП;
- перемикач ВИД РУ – у позицію РРУ;
- ручку РРУ-ПЧ – в середнє положення;
- ручку РРУ-ПЧ – праворуч до кінця. У головних телефонах повинні бути шуми.

4) Встановити частоту настройки приймача:

На стійці приймача:

- перемикач ВИД УПРАВЛЕНИЯ – натиснути кнопку Р;

на блоці 1 – Ом:

- перемикачами встановлення частоти набрати частоту, яка вказана викладачем;
- натиснути кнопку ОТСЧЕТ ЧАСТОТИ, перевірити встановленну частоту на індикаторному табло. Після скінчення строку 15 секунд, засвічується сигнальна лампочка, що свідчить про настройку приймача.

2. Дослідження чутливості і параметрів односигнальної вибірконості радіоприймача

У лабораторній роботі виміряється реальна чутливість та вибірконість приймача по побічних каналах прийому першого перетворення у діапазоні робочих частот 1,5-30 МГц.

Для проведення вимірювань необхідно попередньо занести до табл.1 початкові дані (див.звіт).

Частоти настройки приймача ($f_{пч}$) вказуються викладачем.

Частоти дзеркального канала прийому ($f_{дк}$) розраховується самостійно.

Реальна чутливість радіоприймача E_{A_0} вимірюється методом генератора синусоїдальних коливань.

За реальну чутливість E_{A_0} приймається мінімальна напруга ГСС на еквіваленті антени, при якій на виході радіоприймача(на

навантаженні) напруга дорівнює номінальному значенню $U_{вихном}$ при заданому співвідношенні $\beta = \frac{U_{вихном}}{U_{ш}}$.

У лабораторній роботі це співвідношення дорівнює трьом.

Чутливість вимірюється у режимі прийому амплітудно-модульованих сигналів (АЗЕ).

Методика вимірювань є наступною. Радіоприймач готується до прийому АМ сигналів. При цьому підсилення приймача встановлюється у режим ручного регулювання (РРУ); підсилення по низькій частоті встановлюється максимальним, по проміжній частоті – середнім.

До входу приймача подається АМ сигнал з частотою настройки приймача і рівнем, який перевищує у 3-5 разів його паспортну чутливість.

При наявності сигналу на виході приймача модуляція ГСС вимикається.

Регулювання підсилення приймача по ПЧ встановлюється рівень його шумів на виході, який дорівнює $\frac{1}{3}U_{вихном}$. Знову вмикається модуляція ГСС і з допомогою його атенюатора рівень вихідного сигналу приймача доводиться до номінального значення. При цьому рівень вихідного сигналу ГСС приймається за реальну чутливість радіоприймача E_{A_0} .

Вибірковість радіоприймача по побічних каналах прийому є міра послаблення завад, які діють на вході приймача на частотах побічних каналів. Кількісно вибірковість оцінюється відносно рівня чутливості основного каналу прийому, тобто відношенням рівня завади до рівня сигналу на вході приймача, при якому на його виході встановлюється номінальна напруга

$$D_{ПК (разів)} = (E_{A ПК}/E_{A0}) \cdot U_{вих. ном.} \quad (1)$$

або у децибелах

$$D_{ПК (дБ)} = 20 \cdot \lg(E_{A ПК}/E_{A0}) = 20 \cdot \lg E_{A ПК} - 20 \cdot \lg E_{A0} \quad (2)$$

Таким чином вибірковість показує у скільки разів (на скільки децибелів) чутливість побічного каналу прийому радіоприймача гірше чутливості основного каналу прийому.

З формули (1) впливає методика вимірювання вибірковості приймача по побічних каналах прийому.

1. Вимірюється реальна чутливість приймача E_{A0} .

2. Генератор сигналів перестроюється на частоту побічного каналу прийому.

3. Регулюванням рівня сигналу ГСС (в бік збільшення рівня) вихідний сигнал приймача доводиться до номінального значення. При цьому рівень

вихідного сигналу ГСС приймається за чутливість побічного каналу прийому $E_{АПК}$. Далі приводиться обчислення згідно з формулами (1) і (2).

3. Послідовність проведення вимірювань

а) Вимірювання реальної чутливості радіоприймача

1. Налаштувати радіоприймач на першу робочу частоту.
2. Подати від ГСС модульований сигнал з рівнем - 100 дБВ.
3. При наявності сигналу на виході радіоприймача вимкнути модуляцію ГСС.
4. Встановити ручкою РРУ-ПЧ на блоці 2-1м приймача рівень шумів на його виході 0,5 В.
5. Знову увімкнути модуляцію ГСС і з допомогою його атенюатора встановити рівень сигналу на виході приймача $U_{вих. ном.} = 1,5 В$.
6. Визначити по табло атенюатора ГСС реальну чутливість радіоприймача в одиницях – дБВ.
7. Згідно з таблицею перерахувань дБ – мкВ знайти чутливість приймача в одиницях мкВ.

Підсумки вимірювань занести до табл. 1.

б) Вимірювання вибіркової (послаблення завад) по дзеркальному каналу прийому

1. Перестроїти ГСС на частоту дзеркального каналу прийому.
2. Збільшити рівень вихідного сигналу ГСС до величини, при якій на виході радіоприймача встановлюється номінальна напруга $U_{вих. ном.} = 1,5 В$.
3. Визначити по табло атенюатора ГСС рівень завади у дзеркальному каналі прийому $E_{АДК1}$, -дБВ (чутливість каналу прийому).
4. Розрахувати вибіркковість приймача (послаблення завади) у дзеркальному каналі прийому згідно з формулою

$$D_{ДК1 (дБ)} = E_{АД1} (-дБВ) - E_{А0} (-дБВ) \quad (3)$$

Підсумки обчислень занести до табл. 1.

в) Вимірювання вибіркової (послаблення завад) каналу прийому на проміжній частоті

1. Встановити вихідну напругу ГСС – 10 дБВ.
2. Перестроїти ГСС на частоту каналу прийому на проміжній частоті.
3. Збільшуючи рівень вихідної напруги ГСС, встановити на виході радіоприймача номінальну напругу $U_{вих. ном.} = 1,5 В$.
4. По табло атенюатора ГСС визначити рівень завади у каналі прийому на проміжній частоті $E_{АПЧ}$, дБВ (чутливість каналу прийому).
5. Розрахувати вибіркковість приймача (послаблення завади) у каналі прийому на проміжній частоті аналогічно (3).

Підсумки обчислень занести до табл. 1.

Провести вимірювання, аналогічні пп. а, б, в на інших робочих частотах приймача.

За даними табл.1 накреслити графіки функцій.

Пояснити отримані результати досліджень. При цьому звернути увагу на наступне:

1. Характер та причини зміни вимірюваних параметрів у діапазоні частот.
2. В яких точках робочого діапазону приймача вимірювані параметри можуть бути прийнятими за паспортні і чому?
3. Оцінити відповідність вимірюваних параметрів – паспортних даних радіоприймача.

IV. ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Структурна схема тракту прийому радіоприймача Р-155П.
2. Параметри одно сигнальної вибіркості радіоприймача Р-155П.
3. Структурна схема лабораторної установки.
4. Таблиця з результатами вимірювань.
5. Графіки отриманих досліджень.
6. Оцінка отриманих результатів та висновки по роботі.

V. КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Які каскади радіоприймача і чому найбільше впливають на його чутливість.
2. Якими видами чутливості оцінюють радіоприймачі? Дати їх визначення.
3. Які засоби забезпечують високу чутливість радіоприймача?
4. Які канали прийому зводяться побічними? Дати їх визначення.
5. Якими засобами забезпечується висока вибіркості за побічними каналами прийому?
6. Визначити поняття перетворень частоти “вниз” і “вгору”. Коли доцільно застосовувати те або інше перетворення?

ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК БАГАТОКАНАЛЬНОЇ ВИБІРКОВОСТІ РАДІОПРИЙМАЧА

Мета заняття: Оволодіти методиками вимірювання характеристик багато сигнальної вибіркості радіоприймачів.

Навчальний час: 4 години.

Зміст заняття

- | | | |
|----|---|----------|
| 1. | Вступна частина | - 5 хв. |
| 2. | Перевірка виконання завдання до самостійних занят | - 5 хв. |
| 3. | Проведення колоквиуму | - 20 хв. |
| 4. | Вимірювання рівня сприйнятливості радіоприймача до блокування | - 55 хв. |
| 5. | Вимірювання рівня сприйнятливості радіоприймача до інтермодуляції | - 40 хв. |
| 6. | Вимірювання рівня сприйнятливості радіоприймача до інтермодуляції | - 50 хв. |
| 7. | Заклучна частина. | |

I. ЗАВДАННЯ ДО САМОСТІЙНИХ ЗАНЯТЬ

1. Повторити теоретичний матеріал до теми лабораторного заняття [1], 4.4; [2], 3.5.
2. Ознайомитись з лабораторною установкою, завданням по роботі у лабораторії та порядком його виконання.
3. Визначити інструкції по експлуатації вимірювальних приладів, які використовуються на занятті.

II. ОПИС ЛАБОРАТОРНОЇ УСТАНОВКИ

Структурна схема лабораторної установки приведена на рис.1 звіту до лабораторного заняття (див. додаток).

Склад лабораторної установки:

1. Генератор стандартних сигналів Г4-18А.
2. Генератор стандартних сигналів Г4-158.
3. Радіоприймач Р-160П.
4. Лінійний суматор напруги ЭКВ.ЧН.
5. Пульти лінійних виходів ПЛВ.
6. Мілівольтметр ВЗ-41.

В лабораторній роботі досліджуються параметри багатосигнальної вибірконості радіоприймача Р-160П у діапазоні робочих частот. Генератори стандартних сигналів Г4-18 і Г4-158 використовуються як генератор сигналу та генератор напруги завади, відповідно. Вони з'єднуються з лінійним суматором ЭКВ.ЧН коаксіальними кабелями. Останній підключається до антенного входу радіоприймача. Сигнал на виході радіоприймача вимірюється мілівольтметром ВЗ-41, який підключається до пульта лінійних виходів ПЛВ. Сигнал також контролюється з допомогою головних телефонів.

Радіоприймач Р-155П виконаний за схемою супергетеродина. Структурна схема його загального тракту прийому зображена на рис.2 звіту.

Параметри багатосигнальної вибірконості радіоприймача Р-160П

1. Рівень блокуючої завади при її розстройці відносно частоти сигналу на ± 20 кГц.

$$U_{з\ бл} \geq 90 \text{ дБ мкВ.}$$

2. Рівень завад, що викликають інтермодуляцію 3-го порядку

$$U_{з\ ум} \geq 80 \text{ дБ мкВ.}$$

3. Номінальний рівень напруги сигналу на виході приймача

$$U_{вих. ном.} = 2,1 \text{ В.}$$

ІІІ. ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ ПО РОБОТІ У ЛАБОРАТОРІЇ

1. Підготовка лабораторної установки

1. Скласти лабораторну установку згідно за схемою рис.1.
2. Підготувати до роботи вимірювальні прилади:
 - встановити межу вимірювань приладу ВЗ-41 – 3 В;
 - включити живлення генераторів та мілівольтметра;
 - встановити рівень вихідної напруги генератора Г4-158 – 100 дБ і режим неперервної генерації;
 - провести калібровку вихідної напруги генератора Г4-18 і встановити рівень вихідної напруги 10 мкВ;
 - встановити глибину модуляції сигналу Г4-18А 30% при частоті модулюючого сигналу 1000 Гц.
3. Підготувати радіоприймач Р-160П до роботи, для чого встановити його органи управління в наступні позиції:
 - ВИД УПРАВЛЕНИЯ - МЕСТ.;
 - СЛУХ ПРИЕМ - АЗ;
 - ВИД РУ - РРУ
 - РОД РАБОТЫ - ОТКЛ.;

- УСИЛЕНИЕ А1, А3, Г3 - у середнє положення;
 - СКВОЗНОЙ КОНТР. - ОТКЛ.;
 - АТЕН., дБ - 0.
4. Увімкнути блок живлення радіоприймача тумблером СЕТЬ, перевірити напругу електромережі (стрілка індикаторного приладу встановлюється у правий зафарбований сектор).
 5. Включити живлення приймача тумблерами ОГ і ПИТАНИЕ. При цьому повинні світитися індикатори з однойменною гравіровкою, а також індикатор ГОТОВ К РАБОТЕ. У головних телефонах повинні прослуховуватися шуми.

2. Вимірювання рівня сприйнятливості радіоприймача до блокування (рівня блокуючої завади)

Сприйнятливість радіоприймача до блокування оцінюється рівнем немодульованої завади, яка розстроєна відносно частоти настройки радіоприймача на 20 кГц і зменшує вихідний сигнал на 3 дБ (в 1,41 рази) відносно його номінального рівня. Рівень блокуючої завади виражається або в одиницях напруги $U_{з доп.}$, В, або відносною величиною, обчислюваною у децибелах відносно рівня 1 мкВ

$$U_{з доп} (\text{дБ мкВ}) = 20 \cdot \lg(U_{з доп} (\text{мкВ}) / 1 \text{ мкВ}) \quad (2.1)$$

Порядок вимірювань

1. Налаштувати радіоприймач на частоту 1550 кГц.
2. Від ГСС Г4-18А до входу радіоприймача подати модульований сигнал з рівнем 10 мкВ і частотою, близькою до частоти настройки приймача. Ручкою повільної настройки ГСС добитися прийому сигналу з максимальним вихідним рівнем.
3. Регулюванням підсилення приймача встановити рівень вихідної напруги 2,2 В.
4. Встановити частоту завади (Г4-158) з розстройкою +20 кГц відносно частоти сигналу.
5. З допомогою атенюатора Г4-158 збільшити рівень завади і за шкалою мілівольметра зафіксувати зменшення вихідного сигналу приймача на 3 дБ.
6. Обчислити рівень блокуючої завади за формулою

$$U_{з доп} (\text{дБ мкВ}) = 120 \text{ дБ} - U_{з} \text{ дБ} \quad (2.2)$$

7. Виміряти рівень блокуючої завади при її розстройці -20 кГц і провести аналогічні вимірювання на частоті настройки 29550 кГц.
УВАГА!!! При перестройці частоти завади необхідно вимкнути генератор Г4-158 кнопкою ОТКЛ.

Підсумки вимірювань та обчислень занести до табл.1 звіту.

Рівень сприйнятливості радіоприймача до блокування оцінюється мінімальною величиною $U_{з доп}$, дБ мкВ, яка порівнюється з відносним

параметром технічних характеристик приймача. Результати вимірювань повинні задовольняти умові.

3. Вимірювання рівня сприйнятливості радіоприймача до перехресної модуляції

Сприйнятливість радіоприймача до перехресної модуляції оцінюється рівнем модульованої завади (виду АЗЕ), яка розстроєна відносно частоти радіоприймача на 30 кГц і викликає на його виході напругу, що дорівнює значенню номінальної напруги сигналу. При цьому модуляція сигналу вимикається. Рівень сприйнятливості до перехресної модуляції виражається у таких одиницях як і сприйнятливість до блокування.

Методика вимірювань сприйнятливості приймача до перехресної модуляції збігається у пп. 1...3 попереднього розділу.

Далі необхідно виконати наступне:

1. Встановити режим роботи Г4-158 ВНУТР.АМ.
2. Встановити глибину модуляції завади 30%.
3. Встановити частоту завади з розстройкою +30 кГц відносно частоти сигналу.
4. Вимкнути модуляцію сигналу (на генераторі Г4-18 перемикач режиму роботи встановити у положення ВНЕШ.МОД.).
5. З допомогою атенюатора Г4-158 збільшити рівень завади і досягти рівня вихідної напруги радіоприймача, що дорівнює раніше встановленому. При цьому у головних телефонах повинен прослуховуватись звуковий сигнал з частотою модуляції завади.
6. Переконатися у наявності ефекту перехресної модуляції шляхом вимикання генератора Г4-18 тумблером ГЕН.ВЧ.
7. Обчислити рівень завади згідно з формулою 2.2, результати занести до табл. 2.
8. Провести аналогічні вимірювання при від'ємній розстройці і визначити рівень сприйнятливості радіоприймача до перехресної модуляції.

4. Вимірювання рівня сприйнятливості радіоприймача до інтермодуляції

Сприйнятливість радіоприймача до інтермодуляції оцінюється рівнем завад, які розстроєні відносно частоти настройки приймача та викликають на його виході напругу, що дорівнює номінальній напрузі сигналу. У лабораторній роботі вимірюється рівень сприйнятливості радіоприймача до інтермодуляції третього порядку, тобто

$$f_{im} = f_c = 2f_{31} - f_{32},$$

$$\text{де } f_{31} = f_{o \text{ нрм}} + \Delta f; \quad f_{32} = f_{o \text{ нрм}} + 2\Delta f.$$

Розстрочка завад (Δf) дорівнює 20 кГц.

Порядок вимірювань

Вимірювання проводяться, як і у попередніх розділах, на частотах настройки радіоприймача 1550 і 29550 кГц. Для проведення вимірювань потрібно додержуватися наступного порядку:

1. Настроїти радіоприймач на задану частоту.
2. Встановити перемикач приймача СЛУХ.ПРИЕМ у положення А3-Ш.
3. Встановити рівень сигналу генератора Г4-158 величиною 10 мкВ (послаблення 100 дБ) у режимі НГ.
4. Встановити частоту сигналу Г4-158, яка дорівнює частоті настройки приймача і ручкою РАССТР. добитися прийому сигналу з максимальним вихідним рівнем.
5. Регулюванням підсилення приймача встановити рівень вихідної напруги 2,2 В.
6. Перестроїти генератор Г4-158 на частоту f_{31} .
7. Встановити частоту генератора Г4-18А близько до частоти настройки приймача у режимі безперервної генерації.
8. Перестроїти радіоприймач на частоту f_{32} і ручкою плавної настройки генератора Г4-18А добитися прийому сигналу.
9. Перестроїти радіоприймач знову на робочу частоту.
10. Встановити рівень вихідної напруги обох генераторів 50 мВ. При цьому на виході радіоприймача повинен бути сигнал. При його відсутності ручкою РАССТР. генератора Г4-158 добитися прийому сигналу.
11. Для перевірки наявності ефекту інтермодуляції необхідно по чергово вимкнути та увімкнути генератори. При цьому сигнал на виході приймача повинен зникнути.
12. Атенюаторами обох генераторів встановити рівень напруги на виході радіоприймача 2,2 В.
Увага! Рівні напруги на виходах генераторів повинні бути приблизно однаковими, тобто.

Ця напруга приймається за рівень сприйнятливості радіоприймача до інтермодуляції на цій частоті настройки приймача.

Провести аналогічні вимірювання на другій частоті настройки приймача.

Результати вимірювань занести до табл. 3 звіту.

З двох значень $U_{з\text{ изм}}$ за припустимої величини приймається та, яка має менше значення. Вона порівнюється з рівнем сприйнятливості до інтермодуляції, який обумовлений у технічних характеристиках приймача:

$$U_{з\text{ им доп}} \geq U_{з\text{ им тх}}$$

13. Оцініть вплив атенюатора приймача на рівень сприйнятливості до інтермодуляції. Для цього необхідно виконати наступне:

- встановіть послаблення атенюатора приймача 10 дБ. При цьому сигнал на виході приймача повинен зникнути;
- збільшуйте рівні напруг обох генераторів, поки не з'явиться ефект інтермодуляції;
- порівняйте отриманий результат з попереднім.

V. ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Структурна схема лабораторної установки.
2. Структурна схема тракту прийому радіоприймача Р-160П.
3. Параметри багатосигнальної вибіркості радіоприймача Р-160П.
4. Таблиці з результатами вимірювань.
5. Оцінка отриманих результатів та висновки по роботі.

Висновки повинні містити наступне:

- закінчення про відповідність результатів вимірювань технічним характеристикам багатосигнальної вибіркості радіоприймача;
- аналіз небезпеки та причин різного впливу завад на багатосигнальну вибіркості радіоприймача;
- міркування про використання атенюатора радіоприймача для поліпшення його багатосигнальної вибіркості.

VI. КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Що розуміється під багатосигнальною вибіркостію радіоприймача?
2. У чому полягає сутність нелінійних явищ у радіоприймачі при дії на його вході потужних позасмугових завад?
3. Які види нелінійних явищ розглядаються при оцінці багатосигнальної вибіркості радіоприймача?
4. Якими характеристиками оцінюється багатосигнальна вибіркостію радіоприймача?
5. Як вимірюється сприйнятливість радіоприймача до блокування, до перехресної та інтермодуляції?
6. Які заходи підвищення багатосигнальної вибіркостію використовуються у сучасних професійних радіоприймачах?

Лабораторне завдання №4

ДОСЛІДЖЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАКТУ ПРОМІЖНИХ ЧАСТОТ РАДІОПРИЙМАЧА

Мета роботи: оволодіти методиками вимірювання основних характеристик тракту проміжних частот радіоприймачів.

Навчальний час: 2 години.

Зміст заняття:

- | | |
|---|---------|
| 1. Вступна частина | – 5хв |
| 2. Перевірка виконання завдання до самостійних занять | – 5 хв |
| 3. Проведення колоквиуму | – 10 хв |
| 4. Вимірювання динамічного діапазону тракту проміжних частот | – 35 хв |
| 5. Вимірювання характеристики вибіркової частоти тракту основної проміжної частоти(фільтру основної вибіркової частоти) | – 30 хв |
| 6. Заключна частина | – 5 хв |

I. ЗАВДАННЯ ДО САМОСТІЙНИХ ЗАНЯТЬ

1. Повторити теоретичний матеріал до теми лабораторного заняття [1], 5.1, 5.2, 5.3; [2], 4.4...4.7.
2. Ознайомитися з лабораторною установкою, завданням по роботі у лабораторії та порядком його виконання.
3. Вивчити інструкції з експлуатації вимірювальних приладів, які використовуються на занятті.

II. ОПИС ЛАБОРАТОРНОЇ УСТАНОВКИ

На лабораторному занятті в якості об'єктів досліджень використовується тракт проміжних частот радіоприймача Р-399А. Структурна схема тракту проміжних частот радіоприймача та з'єднання його з вимірювальними приладами зображена на рис.1 звіту до лабораторного заняття(див.додаток).

Тракт першої проміжної частоти складається з перетворювача частоти, двох підсилювачів та двох смугових фільтрів, які настроєні на першу проміжну частоту $f_{пч1} = 34,785$ МГц і мають смугу пропускання $\Delta F = 45$ кГц.

Вхід тракту підключений до коаксіального роз'єму, який розташований на задній стінці корпусу приймача і позначений ВХОД ВЧ.

До складу тракту другої проміжної частоти входять перетворювач частоти, один з перемикаючих фільтрів основної вибіркової та багато каскадний підсилювач з елементами регулювання підсилення тракту. Вихід другого перетворювача з входом смугового фільтра з'єднуються зовнішньою кабельною перемичкою через роз'єми Вых.2ПР і ВХОД 2ПЧ, що розташовані також на задній стінці приймача. На тій же стінці знаходиться роз'єм контрольного виходу тракту другої проміжної частоти з гравіровкою 2ПЧ Н/Ом.

Для проведення вимірювань використовуються генератор стандартних сигналів Г4-158, мілівольтметр ВЗ-41, осцилограф СІ-6 та розмножувач напруги Экв.ЧН.

III. ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ ПО РОБОТІ У ЛАБОРАТОРІЇ

1. Підготовка лабораторної установки

1. Скласти лабораторну установку згідно за схемою рис.1.
2. Підготувати до роботи вимірювальні прилади:
 - увімкнути живлення генератора, мілівольтметра та осцилографа;
 - встановити рівень вихідної напруги генератора -100дБВ;
 - встановити частоту вихідних коливань генератора 1,0 МГц у режимі НГ;
 - встановити шкалу вимірювань напруги мілівольтметра 10В.
3. Підготувати до роботи радіоприймач Р-399А, для чого встановити його органи управління у наступні позиції:
 - перемикач ПОЛОСА ПЧ, кГц – 6;
 - перемикач ПОСТОЯННАЯ АРУ, С – РРУ;
 - ручку УСИЛЕНИЕ ПЧ – праворуч до кінця;
 - перемикач ШАГ НАСТРОЙКИ, Гц – натиснута кн.10;
 - перемикач ПРОГРАММНАЯ НАСТР. – кнопки Р та А відпустити кнопкою ОП.
4. Увімкнути живлення радіоприймача тумблером ВКЛ.-ОТКЛ на блоці живлення. При цьому:
 - повинні світитися індикатори напруги на передній панелі блоку;
 - на табло установки частоти приймача встановлюється частота 1,0 МГц і світитися індикатори СИНХРОН, ПИТАНИЕ, ТЕРМОСТАТ;
 - на екрані осцилографа повинно з'явитися зображення сигналу.

Органами регулювання осцилографа добитися стійкого зображення сигналу з потрібною амплітудою.

2. ВИМІРЮВАННЯ ДИНАМІЧНОГО ДІАПАЗОНУ ТРАКТУ ПРОМІЖНИХ ЧАСТОТ

Під динамічним діапазоном тракту розуміється інтервал рівней вхідного сигналу від $U_{\text{вх min}}$ до $U_{\text{вх max}}$, у межах якого сигнал на виході тракту має нелінійні спотворення не більше допустимої величини. Мінімальний рівень вхідного сигналу обмежується власними шумами тракту; максимальний – нелійними спотвореннями сигналу, які з'являються внаслідок амплітудного обмеження у підсилюючих каскадах.

У лабораторній роботі динамічний діапазон визначається шляхом вимірювання залежності коефіцієнта передачі тракту від рівня вхідного сигналу. Для цього потрібно виконати наступне:

1. Вимкнути генератор Г4-158 кнопкою ОТКЛ. і виміряти рівень власних шумів тракту проміжних частот $U_{\text{швих}}$.
2. Встановити на генераторі послаблення вихідного сигналу 130 дБ. Увімкнути генератор і за допомогою атенюатора зменшувати послаблення кроками через 10 дБ. Визначити рівень сигналу, при якому на екрані осцилографа з'являються спотворення його амплітуди (обмеження амплітуди додатніх півперіодів напруги).
3. Виміряти амплітудну характеристику тракту ПЧ, для чого змінюючи рівень сигналу з кроком 3 дБ до максимального рівня, визначеного у п.2. Результати вимірювань занести до табл.1 звіту.
4. Обчислити коефіцієнт передачі тракту та накреслити характеристики $U_{\text{вих}} = F(U_{\text{вх}})$, $K_{\text{пер}} = Y(U_{\text{вх}})$.
5. Визначити динамічний діапазон тракту ПЧ за умови, що

$$K_{\text{пер min don}} = \frac{K_{\text{пер ном}}}{1,41}.$$

За номінальний коефіцієнт передачі $K_{\text{пер ном}}$ приймається величина, що знаходиться у межах лінійної ділянки амплітудної характеристики тракту. За графіком $K_{\text{пер}} = Y(U_{\text{вх}})$ визначити припустиму вхідну напругу $U_{\text{вх max}}$, яка відповідає $K_{\text{пер min don}}$, і обчислити динамічний діапазон тракту

ПЧ за допомогою формул $D = \frac{U_{\text{вх max}}}{\frac{U_{\text{швих}}}{K_{\text{пер min don}}}}$, $D, \text{дБ} = 20 \lg D$.

6. Визначити, який з двох трактів ПЧ (першої ПЧ чи другої ПЧ) обмежує динамічний діапазон (за допомогою ручки УСИЛЕНИЕ ПЧ).

3. ВИМІРЮВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВИБІРКОВОСТІ ТРАКТУ ДРУГОЇ ПРОМІЖНОЇ ЧАСТОТИ (ФІЛЬТРА ОСНОВНОЇ ВИБІРКОВОСТІ)

У лабораторній роботі досліджується вибірковість тракту проміжних частот по сусідніх каналах прийому. Ця вибірковість визначається фільтрами, які можуть бути включені у тракті другої проміжної частоти. Для дослідження включається фільтр зі смугою пропускання $\Delta F = 6$ кГц.

Для проведення вимірювань необхідно виконати наступні операції (див. рис.1):

- роз'єднати кабельну перемичку ВХОД 2ПЧ;
- підключити до гнізда ВХОД 2ПЧ генератор сигналів Г4-158;
- встановити послаблення атенюатора генератора 80...85 дБ;
- встановити частоту сигналу генератора, що дорівнює другій проміжній частоті приймача.

На екрані осцилографа повинно з'явитися зображення сигналу, рівень якого індукується мілівольтметром. При наявності спотворень сигналу необхідно зменшити рівень сигналу генератора.

1. Вимірювання характеристики вибірковості фільтра

Вимірювання здійснюється методом компенсації послаблення сигналу фільтром за рахунок підвищення рівня сигналу генератора. Вимірювання починаються з нульової розстройки частоти генератора відносно середньої частоти фільтру. При цьому помічається рівень сигналу на шкалі мілівольтметра. Далі, зменшуючи послаблення атенюатора з дискретністю 3; 6; 12 тощо децибелів (див.табл.2), розстройкою частоти генератора необхідно встановлювати попередній рівень сигналу на виході тракту. Вимірювання проводяться для додаткових, а також для відємних розстроек, величини яких заносяться до табл.2 звіту.

Згідно з даними таблиці 2 накреслити характеристику вибірковості фільтру і визначити смугу пропускання та смугу частот на рівнях послаблення $D=3$ дБ(1.41); $D=40$ дБ(100); $D=60$ дБ(1000). Обчислити коефіцієнт прямокутності $K_n(\text{чo})$ і $K_n(\text{во})$, а також крутизну скатів характеристики вибірковості згідно з формулою $S = \frac{D, \text{дБ}}{\Delta F_{\text{рф}}, \text{Гц}}$, де

$$\Delta F_{\text{рф}} = \frac{\Delta F(60) - \Delta F(3)}{2} - \text{смуга розфільтровки.}$$

2. Вимірювання послаблення завад у сусідньому каналі прийому

Вимірювання здійснюється таким же методом, що і у п.3.1. Для цього необхідно встановити частоту і рівень сигналу генератора Г4-158

відповідно 215 кГц та 80...85 дБ. Далі, помітивши рівень вихідного сигналу на шкалі ВЗ-41, перестроїти генератор по частоті на +10 кГц. Зменшуючи величину послаблення атенюатора генератора, добитися попереднього рівня вихідного сигналу тракту ПЧ. Різницею початкового та отриманого значення послаблення атенюатора є величина послаблення завад у сусідньому каналі прийому.

Повторити ці вимірювання для розстройки $\Delta f = -10$ кГц. За оцінку послаблення завад у сусідньому каналі прийому приймається менша з двох отриманих величин.

IV. ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Схема лабораторної установки.
2. Таблиця з результатами вимірювань та розрахунків.
3. Графіки амплітудної характеристики і коефіцієнту передачі тракту проміжних частот, накреслені на одному рисунку.
4. Графік характеристики вибіркової ФОВ тракту другої проміжної частоти.
5. Аналіз отриманих результатів і висновки до роботи.
У висновках викласти:
 1. За яким принципом побудовані тракти першої та другої проміжних частот радіоприймача Р-399А.
 2. Який з трактів обмежує динамічний діапазон.
 3. Оцінити результати вимірювань вибіркової тракту ПЧ2(порівняти з нормами ТУ).

V. КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Які функції виконує тракт першої проміжної частоти у приймачі з подвійним перетворенням частоти.
2. Які функції виконує тракт другої проміжної частоти у приймачі з подвійним перетворенням частоти.
3. Подати визначення основних характеристик тракту проміжних частот.
4. Які вимоги подаються до перетворювачів частоти?
5. Які перетворювачі частоти використовуються у сучасних радіоприймачах?
6. Як враховуються характеристики перетворювача частоти при визначенні характеристик всього тракту проміжної частоти?
7. Які заходи вживаються для послаблення вищих компонентів перетворення?
8. Як обираються проміжні частоти радіоприймача?
9. Які принципи покладені в основу побудови вузько смугових підсилювачів проміжних частот?

Лабораторне завдання №5

ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ ПІДСИЛЕННЯ РАДІОПРИЙМАЧА

Мета заняття: Оволодіти методами дослідження та вимірювання основних характеристик системи автоматичного регулювання підсилення радіоприймача.

Навчальний час: 2 години.

Зміст заняття

- | | |
|--|---------|
| 1. Вступна частина | – 5 хв |
| 2. Перевірка виконання завдання до самостійних занять | – 5 хв |
| 3. Проведення колоквиуму | – 10 хв |
| 4. Дослідження амплітудних характеристик радіоприймача при вимкненій та ввімкненій системі АРП | – 35 хв |
| 5. Дослідження залежності коефіцієнта нелінійних спотворень сигналу на виході радіоприймача від рівня вхідного сигналу при вимкненій та ввімкненій системі АРП | – 30 хв |
| 6. Заклучна частина | – 5 хв |

I. ЗАВДАННЯ ДО САМОСТІЙНИХ ЗАНЯТЬ

1. Повторити теоретичний матеріал до теми лабораторного заняття [1], 7.1, 7.2; [2], 5.1...5.6.
2. Ознайомитися з лабораторною установкою, завданням по роботі у лабораторії та порядком його виконання.
3. Вивчити інструкції по експлуатації вимірювальних приладів, які використовуються на занятті.
4. Використовуючи основні параметри радіоприймача Р-155П(див.звіт до лабораторного заняття), обчислити динамічний діапазон та накреслити амплітудну характеристику приймача з включеною системою АРП.

II. ОПИС ЛАБОРАТОРНОЇ УСТАНОВКИ

Структурна схема лабораторної установки приведена на рис.1 звіту лабораторного заняття (див.додаток).

Склад лабораторної установки

1. Генератор стандартних сигналів Г4-18А.
2. Еквівалент антени Екв.ЧН.
3. Радіоприймач Р-155П.
4. Вольтметр ВЗ-10А.

5. Вимірювач нелінійних спотворень С6-5.

6. Головні телефони ТА-56М.

Генератор стандартних сигналів з'єднується з еквівалентом антени за допомогою коаксіального кабеля. Еквівалент антени підключається до антенного входу радіоприймача. До низькочастотного виходу приймача ТЕЛ.100 Ом підключаються вольтметр ВЗ-10А та вимірювач нелінійних спотворень С6-5. Низькочастотний сигнал контролюється також за допомогою головних телефонів ТА-56М.

У лабораторній роботі досліджуються динамічні параметри радіоприймача Р-155П при вимкненій та ввімкненій системі автоматичного регулювання підсилення. На рис.2 звіту зображена структурна схема тракту прийому радіоприймача Р-155П. У трактах радіо- і проміжних частот (ПРЧ, ТПЧ1, ТПЧ2) можливо, як ручне так і автоматичне регулювання підсилення; у тракті звукової частоти – тільки ручне регулювання. Ручне регулювання підсилення здійснюється за допомогою регуляторів РРУ-ПЧ та РРУ-НЧ. Напряга автоматичного регулювання формується блоком Бл.АРП.

Основні параметри радіоприймача Р-155П

1. Чутливість у режимі $E_{A_0} \leq 12$ мкВ.
2. Номінальна вихідна напруга: $U_{вихню.м} = 2,7$ В.
3. При зміні рівня вхідного сигналу в 5000 разів рівень вихідного сигналу змінюється не більше як у 2 рази.
4. Коефіцієнт нелінійних перетворень при $E_{A_0} = 12$ мкВ, $K_H \leq 3\%$.

ІІІ. ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ ЗАВДАННЯ ПО РОБОТІ В ЛАБОРАТОРІЇ

1. Підготовка лабораторної установки

1. Скласти лабораторну установку згідно за схемою рис.1. Підготувати радіоприймач Р-155П до роботи, для чого встановити його органи управління у наступні положення:

- на стійці приймача:
 - ✓ тумблер СЕТЬ – у верхнє положення;
 - на блоці 3-Ом:
 - ✓ перемикач КОНТРОЛЬ – у позицію СЕТЬ. Стрілка контрольного приладу встановлюється у правий зафарбований сектор;
 - ✓ Тумблер ПОДГОТОВКА ВКЛЮЧЕНИЯ – у верхнє положення. Засвічується сигнальна лампочка;

- на блоці 2-Ім:
 - ✓ тумблер ВКЛ.ПР-КА – у верхнє положення. Засвічується сигнальна лампочка;
 - ✓ перемикач СЛУХОВИЙ ПРИЕМ – у позицію ТЛФ-ДП;
 - ✓ перемикач ВИД РУ – у позицію РРУ;
 - ✓ ручку РРУ-ПЧ – у середнє положення;
 - ✓ ручку РРУ-НЧ – праворуч до кінця. У головних телефонах повинні бути шуми;
 - на блоці І-Ом:
 - ✓ встановити частоту настройки приймача, яка вказана викладачем;
 - ✓ натиснути кнопку ОТСЧЕТ ЧАСТОТЫ, перевірити встановлену частоту на індикаторному табло. По закінченні строку 15 секунд засвічується сигнальна лампочка, що свідчить про настройки приймача.
3. Підготувати генератор Г4-18А до роботи у режимі амплітудно-модульованих

коливань з глибиною модуляції 30%, частотою модуляції 1000 Гц та рівнем сигналу 30-50 мкВ.

4. Встановити межу вимірювань приладу ВЗ-10А 3 В.

2. Вимірювання реальної чутливості радіоприймача

1. Встановити частоту ГСС, що дорівнює частоті настройки приймача. Ручкою плавної настройки добитися прийому сигналу з максимальним вихідним рівнем.
2. Вимкнути модуляцію ГСС, для чого встановити перемикач вида роботи у положення ВНЕШ.МОД.
3. Ручкою РРУ-ПЧ радіоприймача встановити рівень власних шумів на його виході 1 В.
4. Увімкнути модуляцію ГСС і змінюючи рівень сигналу атенюатора, встановити напругу на виході приймача 3 В.
5. Перевірити виконання співвідношення $\frac{U_c}{U_{ш}} = \frac{3}{1}$ на виході приймача,

для чого вимкнути і знов увімкнути модуляцію ГСС. При виконанні цієї умови рівень вхідного сигналу, обчислений по атенюатору ГСС, а реальна чутливість приймача E_{A_0} .

Занести результат вимірювань до табл.1 звіту.

Не змінюючи положення органів управління приймача, приступити до виконання наступного пункту.

3. Дослідження амплітудної характеристики радіоприймача при вимкнутій системі АРЧ

1. Встановити рівень вхідного сигналу ГСС 1 мкВ.

2. Збільшити рівень сигналу з дискретністю, що вказана у табл.2 і виміряти залежність вихідної напруги приймача від рівня вхідного сигналу $U_{вих} = f(U_{вх})$. Максимальне значення $U_{вх}$ обмежити величиною, при якій амплітудна характеристика буде мати падаючий характер $U_{вих} = 2...3$ В. Результати вимірювань занести до табл.1.
3. За допомогою ручок регулювання підсилення РРУ-НЧ і РРУ-ПЧ визначити, який з трактів в ПЧ; НЧ є причиною зломів амплітудної характеристики.

4. Дослідження амплітудної характеристики радіоприймача при увімкнененій системі АРП

1. Встановити атенюатор ГСС рівень сигналу, що дорівнює чутливості приймача.
2. Увімкнути систему АРП приймача, для чого встановити перемикач ВИД РУ у положення АРУ – 0,1.
3. Ручкою РРУ-НЧ встановити напругу на виході приймача $U_{вих} = 3В$.
4. Виміряти амплітудну характеристику радіоприймача при значеннях вхідного сигналу, що приведені у табл.2. Результати вимірювань занести до табл.1.
5. За даними табл.1 накреслити графіки амплітудних характеристик та обчислити реальний динамічний діапазон системи АРП($D_{АРПвимір}$).

5. Дослідження залежності коефіцієнта нелінійних спотворень сигналу на виході радіоприймача від рівня вхідного сигналу

По-перше, привести вимірювання при вимкненій системі АРП.

1. Встановити атенюатором ГСС рівень вхідного сигналу, що дорівнює чутливості приймача $U_{вх} = E_{АО}$.
2. Вимкнути систему АРП, ручку РРУ-НЧ встановити у положення максимального підсилення.
3. Перевірити вірність настройки ГСС на задану частоту по максимуму показань вольтметра ВЗ-10А.
4. Вимкнути та знову увімкнути модуляцію ГСС і перевірити виконання співвідношення $\frac{U_c}{U_{ш}} = \frac{3}{1}$ на виході приймача.

УВАГА!!! При проведенні наступних вимірювань положення ручки РРУ-ПЧ повинно бути незмінним.

5. До виходу радіоприймача (паралельно вольтметру ВЗ-10А) підключити вимірювач нелінійних спотворень С6-5. Підготувати прилад до вимірювань на низькоомному несиметричному вході на частоті 1000 Гц.
6. Змінюючи рівень сигналу ГСС з дискретністю, що вказана у табл.2, виміряти залежність $K_H = f(U_c)$.

УВАГА!!! Для виключення впливу тракту низької частоти приймача на рівень нелінійних спотворень, потрібно у процесі вимірювань вихідну напругу підтримувати сталою на рівні 3 В.

Результати вимірювань занести до табл.2.

Провести аналогічні вимірювання при ввімкненій системі АРП.

Для цього:

- ✓ встановити атенюатором ГСС рівень сигналу, який дорівнює чутливості приймача $U_{\text{вх}} = E_{\text{АО}}$;
- ✓ увімкнути систему АРП(перемикач ВИД РУ встановити у позицію АРУ-0,1);
- ✓ ручкою РРУ-НЧ встановити напругу на виході приймача 3 В;
- ✓ виміряти нелінійні спотворення при рівнях сигналу, які подані у табл.2.

За даними табл.2 накреслити графіки залежностей $K_H = f(U_C)$.

IV. ЗМІСТ ЗВІТУ

1. Схема лабораторної установки.
2. Структурна схема тракту прийому радіоприймача Р-155П.
3. Таблиці з результатами вимірювань.
4. Графіки досліджених залежностей.
5. Аналіз отриманих результатів та висновки до роботи.

V. КОНТРОЛЬНІ ЗАПИТАННЯ

1. З якою метою у радіоприймачах використовується регулювання підсилення?
2. Якими засобами можливо здійснювати регулювання підсилення та у яких?
3. З якою метою у приймача передбачається як ручна так і автоматична регулювання підсилення?
4. Які вимоги до систем АРП?
5. Які засоби регулювання підсилення найбільш здатні для використання у системах АРП та системах РРП?
6. Які типи систем АРП знайшли найбільше використання у сучасних радіоприймачах?
7. Порівняйте системи АРП: просту, з затримкою, з затримкою і підсиленням.
8. Призначення фільтра системи АРП. З яких міркувань вибирається стала часу фільтра?
9. Дати характеристику регуляторів системи АРП.